

Effectiveness of Algae Plants (*Hydrilla Verticillata*) and Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) as Phytoremediation for Laundry Liquid Waste Detergent Processing

Efektivitas Tanaman Alga (*Hydrilla Verticillata*) Dan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Fitoremediasi Pengolahan Detergen Limbah Cair Laundry

Dwiky Cahyono^{1*}, Dhymas Sulistyono Putro¹, Achmad Imam Santoso¹

¹Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, Palangka Raya, Indonesia

*surel: Dwikydwiky@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to test the effectiveness of algae (*Hydrilla verticillata*) and water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as phytoremediation media in the treatment of laundry wastewater containing detergent. The study was conducted by measuring the parameters of Biochemical Oxygen Demand (BOD) and Chemical Oxygen Demand (COD) in wastewater for 7 days of treatment. The results showed that water hyacinth plants were more effective in reducing BOD and COD levels compared to algae plants. On the 3rd day, water hyacinth reduced BOD by 42.0 mg/L and COD by 83.8 mg/L, while algae only reduced BOD by 21.0 mg/L and COD by 43.5 mg/L. In conclusion, water hyacinth is more effective as a phytoremediation medium than algae for the treatment of laundry wastewater.

Keywords:

Algae
Water hyacinth
BOD
COD
Phytoremediation

Received: June 14th 2024

Reviewed: June 16th 2024

Published: June 30th 2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas tanaman alga (*Hydrilla verticillata*) dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai media fitoremediasi dalam pengolahan limbah cair laundry yang mengandung detergen. Penelitian dilakukan dengan mengukur parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) pada air limbah selama 7 hari perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok lebih efektif dalam menurunkan kadar BOD dan COD dibandingkan dengan tanaman alga. Pada hari ke-3, eceng gondok menurunkan BOD sebesar 42,0 mg/L dan COD sebesar 83,8 mg/L, sedangkan alga hanya menurunkan BOD sebesar 21,0 mg/L dan COD sebesar 43,5 mg/L. Kesimpulannya, eceng gondok lebih efektif sebagai media fitoremediasi dibandingkan alga untuk pengolahan limbah cair laundry

Kata Kunci:

Alga
Eceng Gondok
BOD
COD
Fitoremediasi

Diterima: 14 Juni 2024

Direview: 16 Juni 2024

Dipublikasi: 30 Juni 2024



PENDAHULUAN

Pencemaran air merupakan salah satu isu lingkungan yang semakin memerlukan perhatian serius seiring dengan meningkatnya kegiatan manusia yang menghasilkan limbah cair, baik dari aktivitas domestik maupun industri [1]. Limbah cair domestik, terutama dari kegiatan rumah tangga seperti pencucian pakaian di laundry, menjadi salah satu sumber utama pencemaran perairan. Air limbah laundry mengandung detergen, bahan kimia yang dapat bersifat berbahaya bagi ekosistem air. Detergen terdiri dari berbagai senyawa aktif, termasuk surfaktan dan bahan pembangun (*builder*), yang dapat merusak kualitas air [2]. Surfaktan, sebagai komponen utama detergen, merupakan molekul dengan dua sisi yang berlawanan, satu sisi bersifat polar dan menarik air (*hidrofilik*), sementara sisi lainnya non-polar dan menarik minyak (*lipofilik*). Struktur ini memungkinkan detergen mengemulsi minyak dan air, sehingga dapat membersihkan pakaian secara efektif. Namun, ketika limbah detergen ini dibuang langsung ke saluran air tanpa melalui proses pengolahan, senyawa kimia dalam detergen dapat menurunkan kadar oksigen terlarut di air, yang penting bagi kehidupan organisme akuatik. Hal ini berdampak pada penurunan kualitas air dan mengancam kehidupan ikan serta organisme lainnya yang bergantung pada oksigen terlarut untuk bertahan hidup. Selain itu, akumulasi detergen di perairan dapat menyebabkan eutrofikasi, yaitu pertumbuhan alga secara berlebihan yang akhirnya mengganggu keseimbangan ekosistem perairan [3].

Sebagai solusi yang ramah lingkungan, penggunaan tanaman air seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan alga (*Hydrilla verticillata*) untuk pengolahan limbah dikenal dengan istilah fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan metode alami yang memanfaatkan kemampuan tanaman untuk menyerap, mengakumulasi, dan dalam beberapa kasus, mendekomposisi senyawa berbahaya dalam air. Eceng gondok dan alga diketahui memiliki potensi besar dalam mengatasi pencemaran air yang disebabkan oleh bahan-bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam air limbah laundry. Eceng gondok, dengan sistem perakaran yang luas dan kemampuan tumbuh yang cepat, dapat menyerap bahan kimia berbahaya, seperti surfaktan dan fosfat, yang terkandung dalam air limbah. Proses penyerapan ini dilakukan oleh akar tanaman, yang kemudian menyimpan polutan tersebut di dalam jaringan tanamannya. Alga juga memiliki mekanisme serupa, meskipun kapasitas penyerapannya lebih terbatas dibandingkan dengan eceng gondok [4].

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan membandingkan efektivitas tanaman eceng gondok dan alga dalam menurunkan kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD) dari air limbah laundry. BOD merupakan indikator yang menggambarkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air, sedangkan COD mengukur total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik secara kimia. Keduanya digunakan sebagai parameter utama dalam menilai tingkat pencemaran air, khususnya dalam konteks air limbah domestik yang berasal dari kegiatan laundry.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan beberapa alat dan bahan sebagai berikut:

1. Reaktor pengolahan limbah berkapasitas 5 liter.
2. Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan alga (*Hydrilla verticillata*) sebagai media fitoremediasi.
3. Air limbah laundry yang diambil dari usaha laundry lokal di Palangka Raya.
4. Alat pengukur BOD (Titration Winkler) dan alat pengukur COD (metode reagen).
5. Botol sampel, pipa penyedot, dan alat-alat pendukung lainnya untuk pengambilan sampel dan pengukuran di laboratorium.

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Tanaman dan Air Limbah, Tanaman eceng gondok dan alga disiapkan dan diadaptasi dalam air bersih selama 24 jam sebelum dimasukkan ke dalam reaktor. Air limbah laundry yang digunakan dalam penelitian diambil dari usaha laundry lokal dan disiapkan untuk proses pengolahan.
2. Pengisian Reaktor, Setelah adaptasi tanaman selesai, reaktor pengolahan limbah berkapasitas 5 liter diisi dengan air limbah laundry, dan tanaman eceng gondok serta alga ditempatkan dalam reaktor sesuai perlakuan.
3. Pengamatan dan Pengukuran, Pengamatan dilakukan selama 7 hari, dengan pengambilan sampel untuk pengukuran kadar BOD dan COD pada hari ke-3 dan hari ke-7. Data diambil untuk mengetahui seberapa besar penurunan kadar polutan oleh masing-masing tanaman.
4. Analisis Data, Konsentrasi BOD diukur menggunakan metode Titrasi Winkler, sedangkan konsentrasi COD diukur dengan metode reagen. Hasil pengukuran dianalisis untuk menentukan efektivitas tanaman dalam menyerap polutan dari air limbah laundry.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, pengolahan air limbah laundry menggunakan tanaman alga (*Hydrilla verticillata*) dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi tingkat pencemaran organik yang diukur melalui parameter BOD (Biochemical Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand). Hasil penelitian memberikan gambaran mengenai efektivitas masing-masing tanaman dalam menyerap bahan pencemar dari air limbah laundry, yang mencakup detergen, bahan organik, dan senyawa kimia lainnya.

1. Efektivitas Eceng Gondok dan Alga dalam Menurunkan BOD

BOD merupakan parameter yang penting dalam mengukur tingkat pencemaran air karena berkaitan dengan kebutuhan oksigen untuk menguraikan bahan organik oleh mikroorganisme [5]. Dalam penelitian ini, penurunan BOD diamati pada dua jenis perlakuan, yaitu penggunaan eceng gondok dan alga sebagai media fitoremediasi.

Pada hari ke-3, hasil pengukuran BOD menunjukkan bahwa eceng gondok mampu menurunkan BOD dari 142,0 mg/L menjadi 42,0 mg/L, dengan efisiensi penyisihan sebesar 70,4%. Sementara itu, alga hanya mampu menurunkan BOD hingga 21,0 mg/L, dengan efisiensi penyisihan sebesar 54,1%. Hal ini menunjukkan bahwa eceng gondok memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menyerap dan mengolah bahan organik yang terkandung dalam air limbah laundry.



Gambar 1. Kondisi Tanaman Eceng Gondok Dan Tanaman Alga pada hari ketiga

Pada hari ke-7, penurunan BOD pada air limbah yang diolah dengan eceng gondok mencapai 33,0 mg/L, menunjukkan bahwa eceng gondok mempertahankan kinerjanya dalam menyerap bahan pencemar meskipun kontak yang lebih lama terjadi. Efisiensi penyisihan BOD pada hari ke-7 mencapai 76,8%, yang mengindikasikan bahwa tanaman ini tidak hanya efektif dalam jangka pendek tetapi juga memiliki kinerja yang konsisten dalam periode yang lebih lama [6].

Sebaliknya, alga hanya mampu menurunkan BOD menjadi 38,0 mg/L pada hari ke-7, yang berarti bahwa efisiensi penyisihan alga menurun menjadi 62,3%. Penurunan efektivitas ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kondisi lingkungan dalam reaktor, jumlah tanaman, serta kemampuan adaptasi alga terhadap kontaminan dalam air limbah laundry [7]. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa tanaman eceng gondok lebih efektif dibandingkan dengan alga dalam menyerap bahan organik yang menyebabkan peningkatan BOD.



Gambar 2. Kondisi Tanaman Eceng Gondok Dan Tanaman Alga pada hari ketujuh

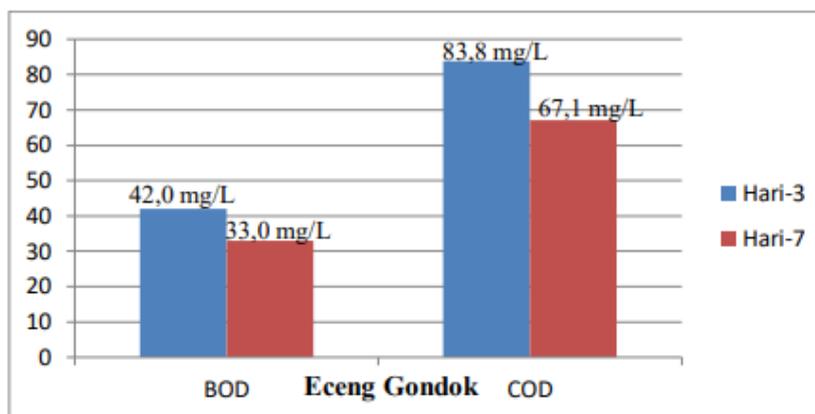
2. Efektivitas Eceng Gondok dan Alga dalam Menurunkan COD

COD merupakan parameter yang mengukur total kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik maupun anorganik secara kimiawi dalam air. Penurunan COD dalam penelitian ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang efektivitas kedua tanaman dalam menangani berbagai jenis kontaminan, tidak hanya bahan organik [8].

Pada hari ke-3, eceng gondok menurunkan COD dari 263,0 mg/L menjadi 83,8 mg/L, dengan efisiensi penyisihan sebesar 68,1%. Hal ini menunjukkan bahwa eceng gondok mampu mengoksidasi bahan-bahan kimia yang terkandung dalam air limbah laundry, termasuk surfaktan dan fosfat [9]. Sementara itu, alga hanya mampu menurunkan COD hingga 43,5 mg/L, dengan efisiensi penyisihan sebesar 55,7%.

Pada hari ke-7, COD pada reaktor dengan eceng gondok menurun lebih lanjut menjadi 67,1 mg/L, dengan efisiensi penyisihan sebesar 74,5%. Hal ini mengindikasikan bahwa eceng gondok tetap mampu menyerap kontaminan secara konsisten meskipun durasi kontak diperpanjang [10]. Sebaliknya, pada hari ke-7, penurunan COD oleh alga mencapai 76,5 mg/L, dengan efisiensi penyisihan sebesar 70,9%. Meskipun lebih baik dibandingkan pada hari ke-3, efisiensi alga masih lebih rendah dibandingkan eceng gondok, yang menunjukkan bahwa alga tidak dapat menyerap kontaminan dengan kecepatan dan efektivitas yang sama.

Perbedaan efisiensi antara eceng gondok dan alga dalam menyerap BOD dan COD dapat dijelaskan oleh morfologi dan karakteristik masing-masing tanaman. Eceng gondok memiliki sistem akar yang lebih kompleks dan daun yang lebih besar, yang memungkinkan penyerapan yang lebih efektif terhadap polutan [11]. Selain itu, eceng gondok dapat beradaptasi dengan lebih baik di lingkungan perairan yang tercemar, sehingga kinerjanya dalam menyerap polutan lebih konsisten dibandingkan alga [12]. Alga, di sisi lain, cenderung memiliki kapasitas penyerapan yang lebih rendah karena ukurannya yang lebih kecil dan sistem akarnya yang kurang berkembang.



Gambar 3. Grafiik perbandingan kadar bod dan cod pada waktu kontak hari-3 sampai hari-7 terhadap limbah cair laundry dengan perlakuan tanaman eceng gondok.

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Fitoremediasi

Efektivitas fitoremediasi oleh eceng gondok dan alga dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- Morfologi Tanaman.** Seperti disebutkan sebelumnya, eceng gondok memiliki daun dan akar yang lebih besar, yang memungkinkan area permukaan yang lebih luas untuk menyerap polutan. Sistem akar yang lebih kompleks juga membantu tanaman ini untuk menyerap berbagai jenis kontaminan dalam jumlah yang lebih besar [13].
- Jumlah Tanaman dan Ukuran Reaktor.** Dalam penelitian ini, eceng gondok ditempatkan dalam reaktor dengan jumlah tanaman yang cukup untuk menyerap polutan secara efektif. Ukuran reaktor dan jumlah tanaman yang memadai memungkinkan proses fitoremediasi berjalan dengan optimal, terutama pada konsentrasi BOD dan COD yang tinggi pada awal penelitian.
- Lama Kontak.** Penelitian menunjukkan bahwa semakin lama tanaman berada dalam air limbah, semakin banyak polutan yang dapat diserap. Pada hari ke-7, baik eceng gondok maupun alga mencapai puncak kinerjanya dalam menyerap BOD dan COD, meskipun efisiensi alga mulai menurun pada hari ke-7.
- Kondisi Lingkungan.** Kondisi lingkungan dalam reaktor, termasuk suhu, cahaya, dan pH air limbah, juga berpengaruh terhadap efektivitas tanaman dalam menyerap polutan. Eceng gondok diketahui lebih tahan terhadap fluktuasi lingkungan dibandingkan dengan alga, yang mungkin menjadi salah satu alasan mengapa eceng gondok menunjukkan performa yang lebih konsisten dalam penurunan BOD dan COD. Suhu air yang optimal, misalnya, dapat mempercepat proses penyerapan nutrisi dan polutan oleh akar tanaman [14].
- Konsentrasi Polutan.** Konsentrasi awal BOD dan COD dalam air limbah juga menjadi faktor penting yang mempengaruhi kemampuan tanaman dalam melakukan fitoremediasi. Semakin tinggi konsentrasi polutan, semakin berat beban yang harus diserap oleh tanaman, yang pada akhirnya dapat mengurangi efektivitas penyisihan pada jangka waktu tertentu. Dalam penelitian ini, tanaman eceng gondok lebih efektif dalam menangani konsentrasi BOD dan COD yang tinggi, sementara alga cenderung memiliki batasan dalam menyerap polutan pada konsentrasi yang sama

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) lebih efektif dibandingkan alga (*Hydrilla verticillata*) dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada air limbah laundry. Eceng gondok mampu menyerap polutan dengan efisiensi penyisihan BOD sebesar 76,8% dan COD sebesar 74,5% setelah 7 hari, sementara alga menunjukkan efisiensi yang lebih rendah. Faktor morfologi dan kemampuan adaptasi eceng gondok yang lebih baik menjadi alasan utama efektivitasnya. Fitoremediasi menggunakan eceng gondok merupakan alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan dalam mengolah limbah laundry, meskipun perlu dipertimbangkan kombinasi dengan metode pengolahan lain untuk hasil yang lebih optimal.

REFERENSI

- [1] Apriyani, N. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), 37-44.
- [2] Arkundanto, A. (2007). *Pembaharuan dalam Pembelajaran Fisika*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- [3] Budiawan, Fatisa Y., & Neera K. (2009). Optimasi Biodegradabilitas Surfaktan Linear Alkilbenzena Sulfonat (LAS). *MAKARA SAINS*, 13(2), 125-133.
- [4] Dewi, F., & Faisal, M. (2015). Efisiensi Penyerapan Phospat Limbah Laundry Menggunakan Kangkung Air. *Jurnal Lingkungan*, 12(3), 54-62.
- [5] Effendi, H. (2000). Eceng Gondok sebagai Agen Fitoremediasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 8(1), 75-84.
- [6] Hartanti, R., et al. (2013). Teknik Fitoremediasi. *Environmental Journal*, 5(2), 23-34.
- [7] Hidayati, S. (2013). Pemanfaatan Tumbuhan untuk Rehabilitasi Lingkungan. *Jurnal Ekologi*, 11(4), 55-60.
- [8] Ni'am, L. et al. (2021). Pengaruh Waktu Kontak dalam Penurunan BOD dan COD pada Limbah Laundry. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(3), 33-42.
- [9] Mutmainnah, A. et al. (2015). Penurunan Konsentrasi BOD dan COD oleh Tanaman Alga. *Bioteknologi Lingkungan*, 9(2), 112-118.
- [10] Ningsih, R. (2014). Potensi *Hydrilla Verticillata* Sebagai Fitoremediator. *Jurnal Biologi Perairan*, 7(3), 101-107.
- [11] Retno, E. (2009). Dampak Surfaktan pada Kehidupan Akuatik. *Jurnal Pencemaran Lingkungan*, 5(1), 22-29.
- [12] Suharto, A. et al. (2020). Proses Pencucian Laundry dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Ekonomi Keluarga*, 6(1), 45-51.
- [13] Wardhana, W. (2013). Pengelolaan Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(1), 12-19.
- [14] Yuliani, P., et al. (2015). Analisis Dampak Detergen pada Kualitas Air. *Jurnal Sains Lingkungan*, 8(2), 25-33.